

真空圧密工および載荷盛土工併用による基礎地盤の改良効果

大林組 正会員 ○今岡 洋輔
 大林組 正会員 伊藤 智治
 東日本高速道路 正会員 金田 和男
 東日本高速道路 正会員 小宮奈保子

1. まえがき

山形県置賜地方、米沢盆地の北端部に有機質土と粘性土を主体とした厚さ 100m 以上の軟弱地盤地帯（白竜湖軟弱地盤地帯）がある。東北中央自動車道は、福島県相馬市から山形県を経由して秋田県横手市に至る高規格幹線道路で、現在施工中の南陽高畠 IC から山形上山 IC 間 24.4km のうち、南陽高畠 IC 付近約 3km の範囲が白竜湖軟弱地盤地帯を通過する（写真-1 参照）。

白竜湖軟弱地盤地帯上に高速道路を構築するにあたり残留沈下の低減、長期沈下の抑制、施工時の安定性の確保を目的として、真空圧密工と載荷盛土を併用して施工を行った。

本稿では、真空設備の運転を停止し、載荷盛土を撤去した後に実施した事後土質調査結果より、真空圧密工の改良効果について報告する。

2. 施工範囲の土質概要

施工範囲の土層断面図を図-1 に示す。この付近の地盤は、表層より高有機質土(Apt)が 3m 程度の厚さで分布しており、その下位に粘性土や砂質土が 12m 程度の厚さで互層地盤を呈し、完新統の粘性土地盤を対象として真空圧密工を施工している。

この下位には更新統の有機質土、粘性土、砂質土が互層状に分布しているが、100m を超えても基盤岩が確認できない。

Apt 層は自然含水比が 110～1000%以上、湿潤密度は 0.89～1.45g/cm³、強熱減量は 18～88%、圧縮指数は 1.3～12 で¹⁾非常に軟弱な層である。また、一軸圧縮強さは 10kN/m² 以下で、限界盛土高さは約 1.8m である。

3. 真空設備運転停止条件および事後土質調査の概要

真空設備は動態観測結果より、表-1 に示す運転停止条件を満足したことから、載荷盛土施工完了後 200 日経過（真空設備運転開始後 329 日経過）した時点で運転を停止した。施工による改良効果（せん断強度の増加）を確認するため、真空設備運転停止から約 3 箇月経過した時点で、事前に実施しているボーリング調査と近接した箇所ではボーリング調査を行い、事後土質調査と室内土質試験を実施した。事後土質調査は、事前に完新統の土質を対象にオールコアでボーリングを行い、地盤構成を確認し、試料の採取位置を確認したうえで、再度ボーリングを実施し、所定の位置で乱れの少ない試料を採取し、室内試験に供した。



写真-1 東北中央自動車道(白竜湖軟弱地盤地帯)

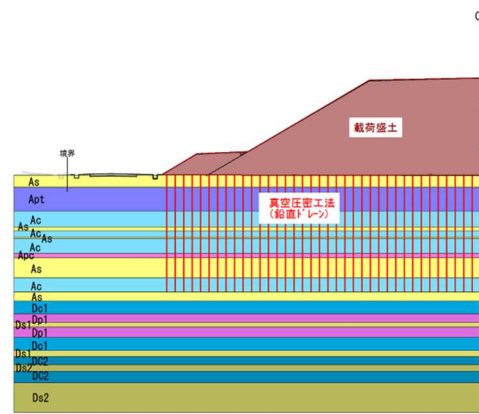


図-1 施工範囲の土層断面図

表-1 真空設備運転停止条件

全沈下量に対する 圧密度	90%以上
間隙水圧	静水圧以下まで低下
併用後10年の 長期沈下量	20cm以内

事後土質調査は、事前に完新統の土質を対象にオールコアでボーリングを行い、地盤構成を確認し、試料の採取位置を確認したうえで、再度ボーリングを実施し、所定の位置で乱れの少ない試料を採取し、室内試験に供した。

キーワード 軟弱地盤、地盤改良、真空圧密工法、事後土質調査、強度増加

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟

TEL 03-5769-1302

4. 事後土質調査結果と改良効果

真空圧密工+載荷盛土工施工前後の地盤の硬軟状態を確認するため、標準貫入試験を実施したが、施工前後のN値を図-2に示す。この結果より、施工前に比べるとN値の増加が確認できる。特に表層に分布しているのApt層の施工前のN値は2~4であったが、10前後まで増加しており、真空圧密工および載荷盛土による改良効果が得られている。

室内試験結果のうち、施工前後の自然含水比を図-3、一軸圧縮強さを図-4に示す。なお、真空圧密工における鉛直ドレーンは、中部Ac層まで打設しており、負圧は中部Ac層まで作用している。図-3より、自然含水比は、施工により、土中の間隙水が排出され、沈下が促進されたため、低下が認められる。特にApt層は100%近く含水比が低下している。

一軸圧縮強さは、図-4に示すように、施工により土中の間隙水が排出されたため、いずれの層も増加傾向にある。特にApt層の一軸圧縮強さは200kN/m²程度増加している。

施工前後の粘着力および地盤に作用している載荷荷重（真空圧+盛土荷重）より、下式を用いて、各土層の強度増加率 m を推定する。表-2に強度増加率の計算結果を示す。

また同表には「設計要領」²⁾に記されている一般値も示している。

$$C = C_0 + \Delta C = C_0 + m \cdot \Delta P \cdot U$$

ここに、
 C : 強度増加後の粘着力(kN/m²)
 C_0 : 初期粘着力(kN/m²)
 ΔC : 増加粘着力(kN/m²)
 m : 強度増加率
 ΔP : 基礎地盤に作用している載荷荷重(kN/m²)
 U : 圧密度

当地で得られた各土層の強度増加率は、「設計要領」の一般値の上限値付近の値を示しており、真空圧が載荷荷重として有効に作用し、強度発現に寄与していることがわかる。

5. まとめ

真空圧密工+載荷盛土工による改良効果を確認するため、真空設備運転停止、載荷盛土撤去後に、事前土質調査位置と近接した箇所で事後土質調査を実施した。施工前後の粘着力、圧密度、載荷荷重（真空圧+盛土荷重）より、各土質の強度増加率を算出した。「設計要領」の一般値に比べると、上限値付近の値となっており、真空圧も載荷荷重として有効に作用していることが確認できた。

参考文献

- 1) 稲荷優太郎，加藤真司：高有機質土地盤における真空圧密工法併用盛土の施工例，基礎工，vol.42, No.12, pp.45~48, 2014.12
- 2) NEXCO 設計要領 第一集土工編 第5章軟弱地盤上の盛土，pp.5~32, 平成25年7月

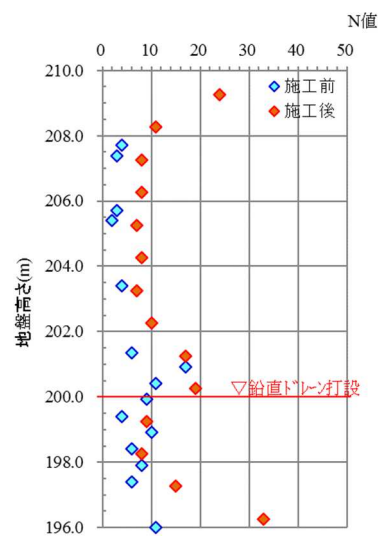


図-2 施工前後のN値の変化

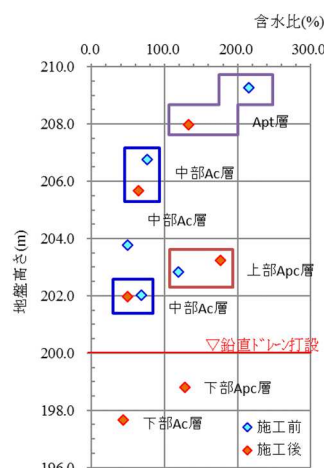


図-3 施工前後の自然含水比の変化

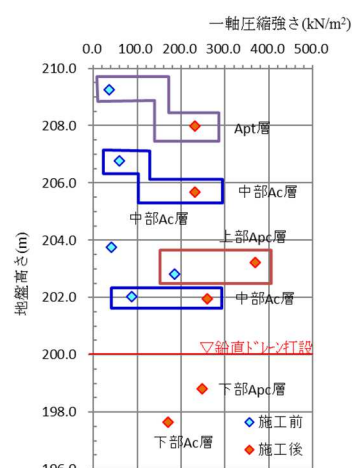


図-4 施工前後の一軸圧縮強さの変化

表-2 強度増加率の比較

土層名	初期粘着力	強度増加後の粘着力	載荷荷重 (真空圧+盛土荷重)	圧密度 U (%)	強度増加率 m	設計要領 一般値
	C_0 (kN/m ²)	C (kN/m ²)	ΔP (kN/m ²)			
Apt層	17.9	115.4	215.3	0.94	0.482	0.35~0.50
中部Ac層	29.7	116	215.3	0.95	0.422	0.30~0.45
上部Apc層	92.9	184.5	215.3	0.92	0.462	0.35~0.50 (Apt層と同等)
中部Ac層	44.1	130	215.3	0.94	0.424	0.30~0.45